

Da deriva dos polos magnéticos até alterações climáticas

Maria Rosa Duque

Dep. Física, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora

mrada@uevora.pt

Resumo

No presente trabalho, mostra-se como estudos relativos a diferentes propriedades físicas da Terra conduziram a resultados que, devidamente interpretados e relacionados, permitiram obter informações sobre fenómenos que, tradicionalmente, são estudados em disciplinas diferentes. Concretamente, a relação feita refere-se à deriva dos polos magnéticos, análise de alterações de anomalias gravíticas, deslocação do centro de massa e do eixo de rotação da Terra, possíveis alterações climáticas e variações do nível do mar em algumas regiões do planeta. Estes resultados vêm mostrar que, apesar dos níveis elevados de especialização, é imprescindível fazer a ligação entre resultados obtidos por diversos métodos e propriedades estudadas.

Introdução

Foi William Gilbert que no seu livro *De Magnete* (1600) considerou, pela primeira vez, que a Terra se comporta como um íman gigante permanente, com polos magnéticos próximos dos polos geográficos. Gellibrand (1635) mostrou, através de observações, que o campo magnético da Terra não se tem mantido constante, apresentando alterações em todas as componentes medidas ao longo do tempo, e Halley publicou, entre 1698 e 1700, os primeiros mapas magnéticos. Atendendo ao facto referido, viria a ser criada, a nível mundial, uma rede de observatórios magnéticos permanentes, que registam os dados relativos ao campo magnético. Carl Friedrich Gauss fundou o primeiro observatório magnético em Gottingen (Alemanha), em 1832.

US/UK World Magnetic Model - Epoch 2015.0
Main Field Total Intensity (F)

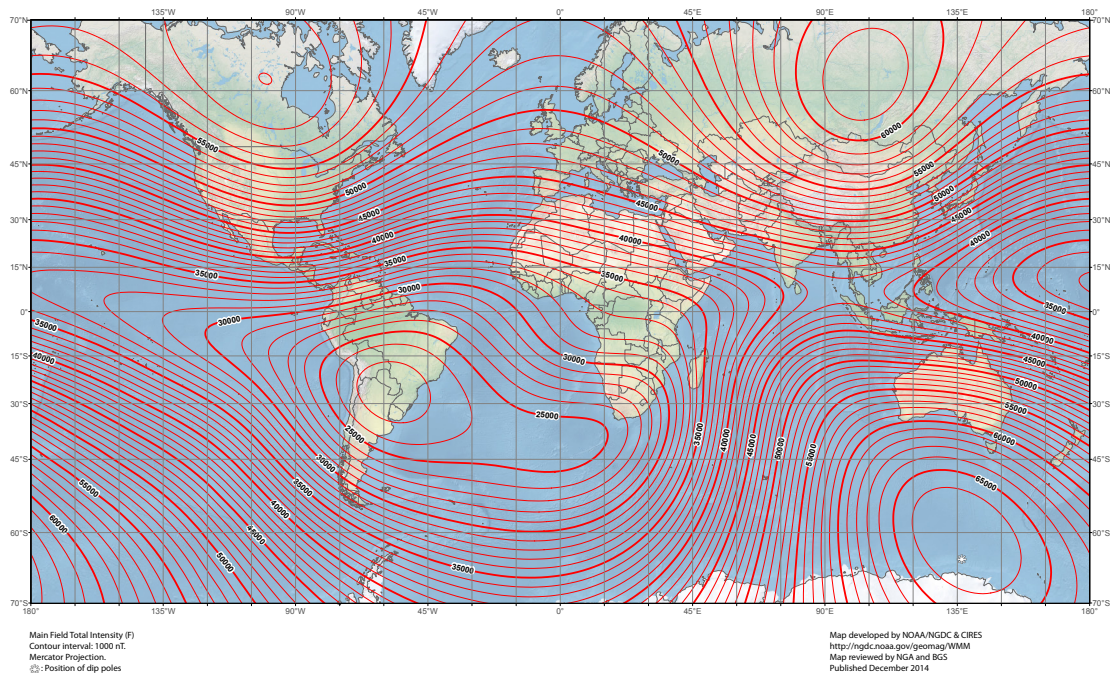


Fig. 1 – Mapa da intensidade do campo magnético da Terra relativo a 2015. (NOAA/NGDC & CIRC)

O Observatório Geomagnético Português, localizado em Coimbra, iniciou a sua atividade em 1866, possuindo atualmente séries de dados correspondentes a medições realizadas ao longo de 150 anos. Atualmente os modelos geomagnéticos e os mapas mundiais correspondentes aos vários parâmetros que caracterizam o campo magnético da Terra são atualizados de cinco em cinco anos, tendo sido realizada a última atualização em 2015.

O campo magnético da Terra

A Figura 1 mostra o mapa da intensidade do campo magnético da Terra relativo a 2015, feito por instituições dos Estados Unidos da América e do Reino Unido [1].

Analisando o mapa referido, verificamos que a intensidade do campo não é uniforme. Na realidade, as linhas de campo são aproximadamente idênticas às originadas por uma barra magnética tendo numa extremidade o polo norte e na outra extremidade o polo sul. O campo magnético da Terra corresponde, em cerca de 90 %, ao campo magnético gerado por um dipolo magnético localizado no centro da Terra e tendo uma inclinação de cerca de $11,5^\circ$ em relação ao seu eixo de rotação. A variação de um campo deste tipo pode ser definida através da variação do momento do dipolo magnético e da localização dos polos magnéticos. A Figura 2 mostra os valores do momento do dipolo geomagnético obtidos num intervalo de 180 anos [2].

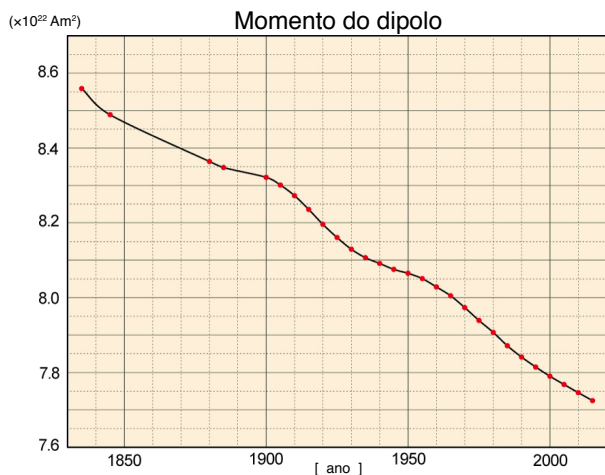


Fig. 2 – Variação do momento do dipolo magnético num intervalo de 180 anos. (wdc.kugi.kyoto)

Como podemos ver, os valores têm vindo a diminuir, facto que traduz uma diminuição da intensidade do campo.

A alteração da posição dos polos magnéticos ao longo dos anos, geralmente designada por “deriva dos polos magnéticos”, tem suscitado a atenção de

muitos cientistas. James Ross localizou o Polo Norte, pela primeira vez, em 1831, depois de uma viagem desgastante durante a qual o seu navio ficou preso no gelo durante quatro anos. Em 1904, Roald Amundsen encontrou o poste indicando o local registado em 1831, tendo verificado que o polo se havia movido, pelo menos uns 50 km, desde a medição de Ross. A trajetória traçada para os polos não possui simetria e a sua velocidade tem sofrido alterações ao longo dos anos [2]

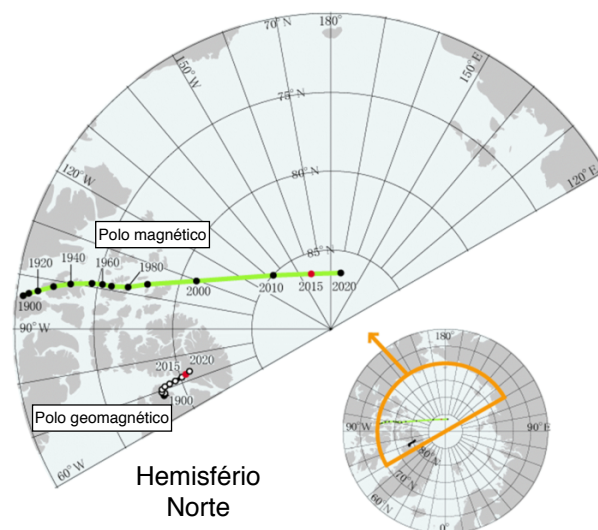


Fig. 3 – Variação da posição do polo magnético Norte nos últimos anos. (wdc.kugi.kyoto)

Desde o ano 2000 até 2015, a direção da deriva dos polos sofreu alteração súbita, tendo-se verificado um aumento da velocidade da deriva. A partir de 2013 verificou-se nova alteração na direção da deriva. Esta alteração, não prevista, do movimento do polo trouxe algumas preocupações (no início do século XXI o Polo Norte magnético parecia estar a mover-se em direção à cidade de Londres) tendo atraído a atenção de especialistas de outras áreas do conhecimento.

Anomalias gravíticas

Chama-se anomalia gravítica à diferença entre o valor da aceleração da gravidade, observada / medida num dado local, e o valor teórico da aceleração da gravidade obtido com um modelo (valor de referência). As anomalias gravíticas aparecem devido à existência de materiais com densidades (massas volúmicas) diferentes. Anomalias positivas indicam corpos com excesso de massa (densidade elevada), em relação ao modelo.

A missão GRACE (*Gravity Recovery and Climate Experiment*), tendo como objetivo estudar as variações de massa associadas a fusão e/ou movimentação de gelos nas latitudes mais elevadas do nosso planeta, com base no estudo de variações de anomalias gravíticas detetadas através de satélites, permitiu a obtenção de dados relativos a alterações de massa, em regiões relativamente extensas da superfície terrestre, incluindo locais onde não se verifica fusão de gelos. Esta alteração fez com que a localização

do centro de massa da Terra sofresse alteração e, consequentemente, a localização do eixo de rotação da Terra também sofreu alteração.

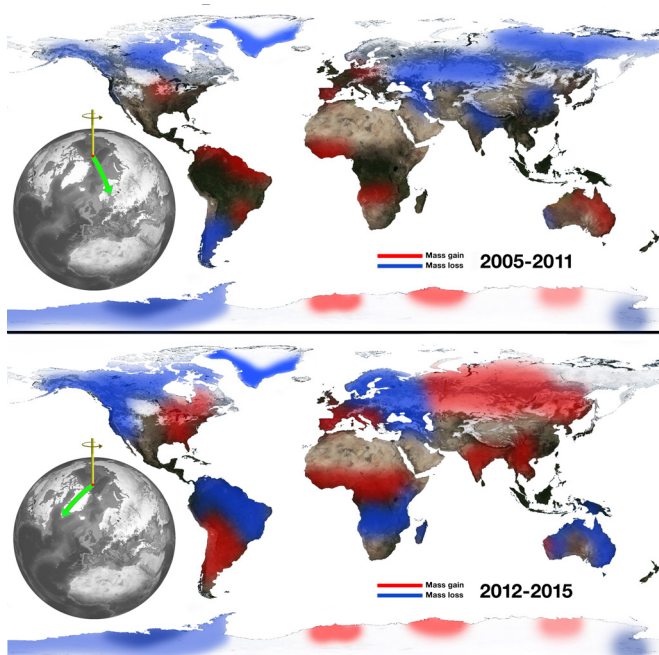


Fig. 4 – Relação entre variações de massa e inclinação do eixo de rotação da Terra. À esquerda está representada a direção e sentido do movimento do polo Norte magnético no período mencionado. (NASA/JPL-Caltech)

A Figura 4 mostra os resultados obtidos pela equipa do JPL (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology) relativamente a variações de massa perto da superfície do planeta, obtidas com os dados referidos (missão GRACE). Podemos verificar que, para além de haver alterações em regiões como a Sibéria, o Norte do Canadá e a Antártida (associadas a fusão de gelo), se verificam também alterações importantes na América do Sul, algumas regiões de África (aumento significativo em regiões próximas do equador e diminuição significativa na parte Este do continente) e na Austrália. Na Península Ibérica o estudo mostra um aumento de massa durante todo o período em estudo.

Relação com alteração do clima

As alterações na distribuição de massa perto da superfície do planeta podem ser originadas por processos naturais ou por atividade humana. A equipa referida anteriormente considerou que as alterações de massa se devem exclusivamente a alteração do conteúdo de água (provocado por processos naturais e/ou por atividade humana). A relação entre a inclinação do eixo da Terra e variações climáticas é um facto conhecido [3]. Trabalhos posteriores ao referido [4,5] incluem modelos estudando os efeitos (incluindo alterações de clima e variações do nível do mar) provocados pela deriva dos polos magnéticos.

Conclusões

Este trabalho vem-nos mostrar a importância de analisar dados obtidos por métodos diferentes, de modo a poderemos estudar fenómenos importantes para todos, tradicio-

nalmente estudados por especialistas de outras áreas. A concretizar-se o resultado apresentado, será possível, no futuro, obter informações sobre variações de clima no passado, através do estudo e análise da deriva dos polos magnéticos. Um outro parâmetro relacionado com este fenómeno será a alteração da espessura e do nível da superfície da água oceânica em algumas regiões do planeta, bem como os intervalos de tempo em que elas ocorreram.

Referências

1. NOAA, "The World Magnetic Model" (<https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/WMM>)
2. K. Kyoto, "Magnetic North, geomagnetic and Magnetic Poles". <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/poles/polesexp.html>
3. R. Naime, "Mudanças nos eixos terrestres e clima". <https://www.ecodebate.com.br/2016/03/09>
4. S. Adhikari e E. R. Ivins, "Climate-driven polar motion: 2013-2015", *Science Advances* 12(4), e1501693 (2016).
5. S. Adhikari, E. R. Ivins e E. Larour, "ISSM-SESAW v1.0: mesh-based computation of gravitationally consistent sea-level and geodetic signatures caused by cryosphere and climate driven mass change", *Geosci. Model Dev.* 9, 1087-1109 (2016).



Maria Rosa Alves

Duque é licenciada em Física pela FCUL, tendo feito o seu doutoramento em Física/Geofísica na Univ. Évora. Pertence ao corpo docente do Dep. Física da Univ. Évora, tendo tido,

no passado, papel ativo na formação de professores de Física e Química. Com o encerramento do curso referido, continuou o trabalho desenvolvido desde o início da sua atividade com alunos de cursos que não tinham a Física como disciplina nuclear. Paralelamente tem lecionado disciplinas diretamente relacionadas com a sua área de especialização (Física da Terra, Geotermia, etc.). Faz parte do grupo que iniciou, em Portugal, os trabalhos relativos à determinação do fluxo de calor de origem geotérmica. Para além de trabalhar em assuntos relacionados com o tema referido, interessa-se por temas como energia geotérmica, energias renováveis (problemas associados) e questões relacionadas com o ensino.